

## List and Copies of Prior Art

(Re: Japanese Patent Application No. 2003-100085 (2003))

### Prior Publications

- 1.\* Japanese Application Patent Laid-Open Publication  
No. Hei 7-213091 (1995)
- 2.\* Japanese Application Patent Laid-Open Publication  
No. Hei 8-33104 (1996)
- 3.\* Japanese Application Patent Laid-Open Publication  
No. Hei 10-210790 (1998)
- 4.\* National Publication of Japanese-translated version (WO 96/25591)  
No. 2001-527612 (2001)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-213091

(43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl.

H02P 7/00  
B60L 15/00

(21)Application number : 06-004328

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 20.01.1994

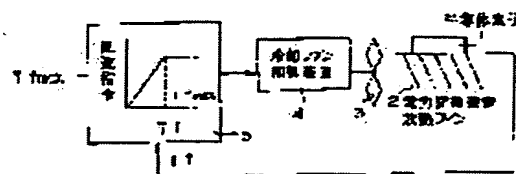
(72)Inventor : WATANABE KATSUYUKI

## (54) METHOD OF COOLING POWER CONVERSION DEVICE FOR ELECTRIC CAR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a cooling method in which the noise of a cooling fan is reduced by a method wherein electric energy consumed in order to operate the cooling fan is saved.

CONSTITUTION: In the cooling method of a semiconductor element 1 for a power conversion device which controls a motor for an electric car, the temperature  $T_f$  of a radiation fin 2 which has been attached to the semiconductor element 1 is detected, and a cooling air velocity is controlled when the temperature  $T_f$  is at a set value  $T_{fmax}$  or lower.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-213091

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 2 P 7/00

R

B 6 0 L 15/00

H 9380-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平6-4328

(22) 出願日 平成6年(1994)1月20日

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 渡邊 勝之

東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会

社明電舎内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

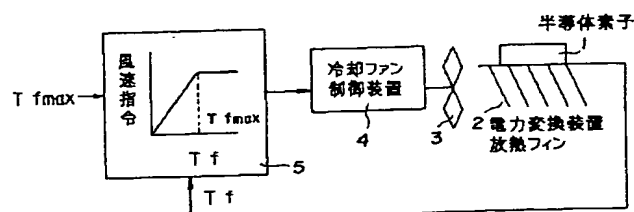
(54) 【発明の名称】 電気自動車用電力変換装置の冷却方法

(57) 【要約】

【目的】 冷却ファンの運転のために消費される電気エネルギーを節約し、冷却ファンの騒音を低減することのできる電気自動車用電力変換装置の冷却方法を提供することを目的とする。

【構成】 電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子1の冷却方法において、半導体素子1の取り付けられた放熱フィン2の温度 $T_f$ を検出し、その温度 $T_f$ がある設定値 $T_{fmax}$ 以下の場合、冷却風速を制御することを特徴とする。

システム構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子の冷却方法において、前記半導体素子の取り付けられた放熱フィンの温度を検出し、その温度がある設定値以下の場合、冷却風速を制御することとを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気自動車駆動用のモータを制御する電力変換装置の冷却方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、モータを制御するチョッパ回路又はインバータ回路等の電力変換装置に用いられる半導体素子には放熱フィンが設けられているが、定常負荷時と過負荷時とは熱損失が異なるため、過負荷時には、その接合部温度が上昇する。

【0003】例えば、図2に示すように、半導体素子の熱損失が、定常負荷時の $Q_1$ から、過負荷時の $Q_2$ へと変化するとき、これに応じて、接合部温度は、 $T_{j1}$ から $T_{j2}$ へ上昇する。但し、過負荷時間は $\Delta t_1$ とする。ここで、接合部温度 $T_{j1}$ 、 $T_{j2}$ は、次式で表される。

$$【0004】 T_{j1} = T_0 + (R_{j-f} + R_f) \times Q_1$$

$$T_{j2} = T_{j1} + (R_{j-f}' + R_f') \times (Q_2 - Q_1)$$

【0005】但し、 $T_{j1}$ 、 $T_{j2}$ は接合部温度(℃)、 $T_0$ は周囲温度(℃)、 $Q_1$ は定常負荷時の半導体素子の熱損失(W)、 $Q_2$ は過負荷時の半導体素子の熱損失

(W)、 $R_{j-f}$ は半導体素子から放熱フィンまでの定常熱抵抗(℃/W)、 $R_f$ は放熱フィンの定常熱抵抗(℃/W)、 $R_{j-f}'$ は $\Delta t_1$ 時間後の半導体素子から放熱フィンまでの過渡熱抵抗(℃/W)、 $R_f'$ は $\Delta t_1$ 時間後の放熱フィンの過渡熱抵抗(℃/W)

$\Delta t_1$ は過負荷時間である。

【0006】また、半導体素子を可制御の状態とするためには、接合部温度 $T_j$ を最高使用温度 $T_{jmax}$ 以下の状態で使用しなければならないため、 $T_j \leq T_{jmax}$ となるような、 $R_f$ と $R_f'$ をその他の値から算出し( $R_f'$ は過負荷時間 $\Delta t_1$ における $T_j$ の許容上昇値を何℃とするかにより決定)、この放熱フィンの構造と、一次冷却方式では、放熱フィンに、二次冷却方式では一次冷却媒体の熱交換器に、それぞれ必要な冷却風速を決定する。

【0007】通常、放熱フィンの熱抵抗を一定に保つため、放熱フィン又は熱交換器には冷却ファンによって常時一定の冷却風が供給される。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のように、放熱フィンの熱抵抗を一定に保つため、冷却ファンを常時運転する方式は、電力変換装置の半導体素子が発生する熱損失と周囲温度が設計条件満たしていれば、半導体素子の接合部温度を常に許容値以下に保つことができる。

【0009】しかし、電気自動車用の電力変換装置に、

この冷却方式を採用した場合、次に示すような問題を生じる。

【0010】(1)通常、電気自動車は、制御装置の電源や冷却ファン等の運転を全て走行用の蓄電池から供給される電気エネルギーによって行っているため、1充電当たりの走行距離を伸ばすことを考えると、冷却ファンの為に消費される電気エネルギーを無視できない。

【0011】(2)通常、冷却ファンは、制御装置の電源投入と同時に運転が開始されるため、車両が一旦停止した場合や軽負荷の低速走行の場合には、冷却ファンの騒音が気になる。

【0012】本発明は、上記従来技術に鑑みてなされたものであり、冷却ファンの運転のために消費される電気エネルギーを節約し、冷却ファンの騒音を低減することのできる電気自動車用電力変換装置の冷却方法を提供することを目的とする。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明の構成は電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子の冷却方法において、前記半導体素子の取り付けられた放熱フィンの温度を検出し、その温度がある設定値以下の場合、冷却風速を制御することとを特徴とする。

## 【0014】

【作用】放熱フィンの温度がある設定値以下の場合、放熱フィンに対する冷却風速が、制御されるため、冷却風速を生じさせるエネルギーが減少し、これにより、電気自動車の1充電当たりの走行距離を延長させることができる。

## 【0015】

【実施例】以下、本発明について、図面に示す実施例を参照して詳細に説明する。図1に本発明の一実施例を示す。

【0016】同図に示すように、電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子1には放熱フィン2が取り付けられると共に、放熱フィン2に対し冷却風を供給する冷却ファン3及びその制御装置4が設けられている。電力変換装置としては、例えば、チョッパ回路、インバータ回路等が考えられる。

【0017】更に、本実施例では、放熱フィン2の温度 $T_f$ を検出し、この温度 $T_f$ が $T_{fmax}$ 以下を保つように、冷却ファン制御装置4に対する風速指令を演算する演算回路5を設けている。

【0018】演算回路5は、予め設定された $T_{fmax}$ に対し、放熱フィンの温度 $T_f$ が $T_{fmax}$ 以下の場合、次のように冷却風速を制御する。ここで、時刻 $t_0$ において、半導体素子が熱損失 $Q_0$ 発生するような負荷で動作していた時に、放熱フィン温度が $T_{f0}$ であったとする。

【0019】そして、時刻 $t_0$ から $\Delta t_1$ 時間だけ、半導体素子1に許容される最大熱損失 $Q_0$ が発生するような

最大負荷で動作させた場合の接合部温度 $T_{j0}$ は、次のようになる。

$$T_{j0} = T_{f0} + R_{j-f} \times Q_m + R_f' \times (Q_m - Q_0)$$

【0020】但し、 $R_{j-f}$ は半導体素子から放熱フィンまでの熱抵抗(℃/W)、( $\Delta t_1$ 時間では熱抵抗は飽和すると考える)

$R_f'$ は $\Delta t_1$ 時間後の放熱フィンの過渡熱抵抗(℃/W)である。(冷却風が最大の場合の値とする)

【0021】従って、接合部温度の上限を $T_{jmax}$ とすれば、最大負荷で $\Delta t_1$ 時間安全に動作させるために許容される、 $T_{f0}$ は次式で示される。

$$T_{f0} = T_{jmax} - \{R_{j-f} \times Q_m + R_f' \times (Q_m - Q_0)\}$$

【0022】ここで、最悪条件を考慮し、 $Q_0 = 0$ とすれば、次式が導かれる。

$$T_{fmax} = T_{jmax} - (R_{j-f} + R_f') \times Q_m$$

そこで、放熱フィン2の温度 $T_f$ が $T_{fmax}$ 以下の場合、次式に応じて、放熱フィン2の熱抵抗を増加させるように、冷却風を減少させるように制御する。

【数1】

$$Rf' = \frac{T_{jmax} - Tf}{Q_m} - R_{j-f}$$

【0023】このように、本実施例では、電気自動車駆動用モータを制御する電力変換装置の半導体素子1に取り付けられた放熱フィン2の温度 $T_f$ を検出し、その温度 $T_f$ が設定値 $T_{fmax}$ 以下の場合、その温度 $T_f$ に応じて冷却風速を減少させるように制御する。このため、放熱フィン2の温度 $T_f$ が設定値 $T_{fmax}$ 以下の場合、冷却ファン3を駆動する電力消費を減少させ、電気自動車の1

充電当たりの走行距離を延長させることが可能となり、騒音の低減も可能となる。

【0024】また、放熱フィン2の温度 $T_f$ が設定値 $T_{fmax}$ を越える場合には、冷却ファン3により供給される冷却風を最大とし、接合部温度が最大使用温度以下となるようにする。尚、上記実施例においては、半導体素子の負荷パターンは、熱損失 $Q_0$ から最大熱損失 $Q_m$ に変化していたが、本発明はこれに限るものではなく、任意の負荷パターンにも対応できるものである。

【0025】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明では、電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子に取り付けられた放熱フィンの温度を検出し、その温度が設定値の場合、冷却風速を制御することにより、冷却ファンを駆動する電力消費を減少させ、電気自動車の1充電当たりの走行距離を延長させることが可能となり、騒音の低減も可能となる。

【図面の簡単な説明】

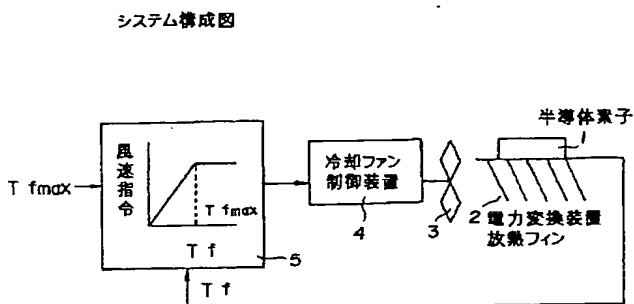
【図1】本発明の一実施例に係る電気自動車用電力変換装置の冷却方法を実施するために使用する装置構成図である。

【図2】半導体素子の負荷パターンと結合部温度を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 半導体素子
- 2 放熱フィン
- 3 冷却ファン
- 4 冷却ファン制御装置
- 5 演算回路

【図1】



【図2】

